

Aus dem Anatomischen Institut der Universität Basel
Vorsteher: Prof. Dr. E. Ludwig
Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. G. Wolf-Heidegger

Über die Beziehungen zwischen dem Relief der vorderen Schädelgrube und den Orbitalwindungen beim Menschen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der Medizinischen
Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von

Marcel Joset

von Basel



Basel 1950

Verlag von S. Karger in Basel

Von der medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. G. Wolf-Heidegger.

Tag der Promotion: 5. Juli 1950.



ÜBER DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN DEM RELIEF DER VORDEREN SCHÄDELGRUBE UND DEN ORBITALWINDUNGEN BEIM MENSCHEN¹⁾

von MARCEL JOSET

Die Knochenkonfiguration der basalen Fläche der vorderen Schädelgrube verschiedener Präparate der Basler anatomischen Sammlung ließ Zweifel aufkommen, ob bei der individuell recht mannigfaltigen Gestaltung dieser Schädelpartie ihr Knochenrelief mit demjenigen der Gehirnfurchen und -windungen übereinstimme, und ob somit die Benennung der Kämme (*Juga cerebraalia*) und Gruben (*Impressiones gyrorum seu digitatae*) wirklich berechtigt sei.

Diese Oberflächengestaltung von Gehirn und Schädelknochen bezieht *Vesal* (1555, ed. II) wohl als erster aufeinander, indem er (p. 37) über die Pars orbitalis des Stirnbeins schreibt: „Verum altera illarum squamarum, quae oculi sedem respicit, exteriorque est, laevis visitur: quae autem internam capitis spectat amplitudinem, inaequalibus nubis fere forma tuberculis eminet, quae cerebri revolutionibus mutuo correspondent: tale quid ostendit XII. et XIII. figura VIIⁱ libri.“

Die Ansicht *Vesals* wurde von den späteren Autoren übernommen, so daß *Sömmerring* (1800) (Band I, S. 132) schreiben konnte: „Die innere Fläche des Stirnbeins . . . zeigt . . . Erhabenheiten und Vertiefungen oder Abformungen des vorderen Lappens des großen Hirnes, die bald stumpfer, bald schärfer sind.“ Diese Lehre hat sich bis in die neueste Zeit erhalten. So finden wir bei *Landau* (1923) folgende Stelle: „Das Knochenrelief des Stirnbeines an der Facies cerebialis ist nicht minder interessant. Um dies zu zeigen, genügt es, die Fossa cranii anterior zu photographieren, vom Negativ ein Diapositiv zu verfertigen, Abzüge von beiden Platten nebeneinander zu legen, und sie miteinander zu vergleichen. Der Abzug vom Diapositiv macht uns glauben, wir hätten die Photographie der Orbitalfurchen und Orbitalwindungen eines Gehirns vor uns . . ., gibt ein Diapositivabzug dem Beschauer mehr als ein selbst wohlgelegener Gipsabguß, denn beim letzteren gehen die unmittelbaren Beziehungen des Gehirns zum Schädel verloren.“ Und *Augier* schreibt 1928: „L'encéphale, facteur prépondérant dans la morphologie crânienne, imprime sur l'os les variations de sa configuration et ces impressions peuvent même retentir sur la surface exocrânienne (*Gall*).“

¹⁾ Die Arbeit wurde auf Anregung und unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. G. Wolf-Heidegger durchgeführt.

Aus den Beschreibungen der Pars orbitalis lobi frontalis ergibt sich, daß die Furchen dieser Gegend die mannigfaltigsten Figuren bilden können (Abb. 2, 3, 4). Eine spiegelbildliche Übereinstimmung der Formen auf der rechten und linken Seite ist nie vorhanden, was wir auch von der Konfiguration der Schädelbasis aussagen können. Von einem typischen generellen Furchungsbild, wie es *Schwalbe* (1881) für den größeren Teil der Hirnoberfläche und auf Grund des inneren Schädelreliefs entwirft, kann jedenfalls an der Facies cerebialis der Pars orbitalis ossis frontalis und am zugehörigen Gehirnabschnitt keine Rede sein. *Schwalbe* (1881) weist auch auf gewisse „natürliche Defekte im Orbitaldach“ an den Stellen tiefster Impressionen hin, die durch „Reduktion“ des Orbitaldaches zustande kommen sollen. Solche Defekte sind jedoch unseres Wissens am frischen Präparat noch nie festgestellt worden, werden aber recht häufig durch längere Mazeration hervorgerufen. Nach *Mair* (1926), der die Knochenstrukturen des Schädels sehr genau mikroskopisch untersucht hat, bestehen die dünnsten Stellen des Orbitaldaches in jedem Falle aus den Parallel-Lamellen der Hirn- und der Orbitalseite. Im Gegensatz dazu sind die Jura von einer voluminösen, zwischen beiden Compactaschichten eingelagerten Spongiosa ausgefüllt. Im Extremfall werden diese beiden Schichten durch weit ins Orbitaldach vordringende Sinus getrennt, und somit das Dach in zwei dünne Knochenlamellen aufgeteilt. Anschauliche Abbildungen davon gibt *Killian* (1903).

Es ist das Verdienst von *Mair*, die Entwicklung der Jura cerebrialia und Impressiones digitatae erforscht zu haben. Seine Beobachtungen haben die auf unsicherem Boden fundierten Untersuchungen *Loeschkes* und *Weinnoldts* (1922), wonach das Relief der Innentafel des Schädels durch Resorption entstehen soll, widerlegt. *Mair* schreibt: „Jura und Impressiones zeigen sich im Orbitaldach bereits in der ersten Anlage. Gegenüber einer Hirnfurche treten die äußeren und inneren Periostlagen weit auseinander und üppig sproßendes Bälkchenwerk erfüllt den Raum; gegen die Impression hin nimmt die Breite der Knochenanlage immer mehr ab, so daß man von einem „Aussparen“ der Impression reden könnte wie bei den Gefäßbahnen. Dünne Stellen des Orbitaldaches erscheinen schon beim Neugeborenen als durchaus kompakte Schichten ohne jeden Gefäßeinschluß, und es ist daher nicht zu verwundern, wenn, wie bereits früher erwähnt, im kindlichen Orbitaldach der Boden der Impression überhaupt keine Diploe zeigt, sondern durchgehend aus Parallellamellen besteht . . .“

Der Volumenvergrößerung des Gehirns muß der Schädel folgen. Auch Jura und Impressiones wechseln ihre Lage und ihre Dimensionen. Was *Loeschke* und *Weinnoldt* (und übrigens schon *Virchow* 1857) durch Abbau und Aufbau zu erklären suchten, wird von *Mair* als modellierende Apposition und Lamellenschichtverschiebung bezeichnet.

Wollen wir uns über die Beziehungen zwischen Knochenrelief der Schädelbasis und Windungsbild des Gehirns unterrichten, so bieten uns die Härte der einen und die Weichheit der anderen Substanz sowie die Anwesenheit des Liquor cerebrospinalis beträchtliche Schwierigkeiten. Es ist daher nicht erstaunlich, daß auf diesem Gebiet bis in die letzte Zeit immer wieder neue, mehr oder weniger genaue Untersuchungsmethoden angewandt worden sind. Immer aber lag

die Schwierigkeit in der Fixierung der weichen Hirnmassen und der Feststellung der gegenseitigen Beziehungen zwischen Gehirn und Schädel an der Leiche. Vergleiche zwischen innerem Schädelrelief und dem fixierten Gehirn, Ausgüsse der Schädelhöhle mit nachträglichem Aufzeichnen der vermutlichen Windungskonturen, alle diese technischen Verfahren dürften einer genauen Abdruckmethode, welche sämtliche Expansions- und Schrumpfungsmomente möglichst ausschaltet, unterlegen sein.

Übersicht über die wichtigsten Methoden zur Feststellung der Lagebeziehungen zwischen Gehirn und Schädel.

Allen nachfolgend zitierten Autoren mit Ausnahme von *Packer* (1949) war es darum zu tun, das Windungsbild des Gehirns oder Teile desselben auf die äußere Oberfläche des Schädels zu projizieren. Dabei gingen sie von der Ansicht *Vesals* aus, daß die *Juga cerebraalia* und die *Impressiones gyrorum* mit den entsprechenden Windungen und Furchen des Gehirns übereinstimmen. Da sich die Forscher auf diese Hypothese stützten, waren sie der Mühe enthoben, den Beweis ihrer Richtigkeit zu erbringen. Sie konnten deshalb bei ihren Untersuchungen folgende Fehlerquellen vernachlässigen:

1. Veränderungen der Gewebe durch
 - a) lange Lagerung der Leiche;
 - b) Lage des Kopfes bei der Fixierung;
 - c) Ausfließen von Flüssigkeiten (Blut, Liquor);
 - d) Injektion und Infiltrieren von Fixiermitteln;
 - e) totales Gefrieren.
2. Ungenaue Abdruckmethoden.
3. Ungeeignete Abdruckmassen.

Gratiolet (1857) goß die Schädelhöhle nach Herausnahme des Gehirns mit Gips aus. Auf den Ausguß zeichnete er die Furchen und Windungen des vor ihm liegenden, nicht gehärteten Gehirns. *Broca* (1861) durchbohrte an einigen Stellen die Schädelkalotte und stieß Holzstifte ins Gehirn. Nach Eröffnung des Schädels und Entfernung der Hirnhäute projizierte er, orientiert durch die im Gehirn steckenden Holzstifte und die Bohrlöcher im Schädel, Furchen und Windungen auf die Kalotte. *Heffler* (1873) fixierte als erster Kopf und Gehirn als ganzes durch Injektion von 75%igem Spiritus, Chlorzink, Glycerin und Carbonsäure in die Art. carotis interna. Darauf stellte er Schnitte her und trug auf eine und dieselbe Zeichnung drei Konturen ein: Weichteile, Schädel und Gehirnwindungen. Bei seinem Fensterschnittverfahren zeichnete *Turner* (1874) nach Abheben eines ausgesägten Kalottenstückes und Entfernung der Hirnhäute das sichtbare Stück Gehirnober-

fläche und erhielt nach und nach die Projektion der Hirnwindungen auf die äußere Schädelfläche. *Ecker* (1876) hat gleich *Broca* mit hölzernen Stiften die Lage der Furchen und Windungen festgehalten. Er wandte wie *Heffler* Chlorzinklösung als Injektionsmittel an und legte das Gehirn nach erfolgter Herausnahme in diese Lösung ein. Er fertigte einen Ausguß der Schädelhöhle an und zeichnete die Windungen des vor ihm liegenden Gehirns darauf ein. Die Verschiedenheit der Maße der Impressiones des Ausgusses mit den entsprechenden Gyri des Gehirns schrieb er den Schrumpfungerscheinungen zu, die bei der Härtung des Gehirns in Chlorzinklösung auftraten.

Alle diese Forscher bestimmten also die hirntopographischen Verhältnisse in ähnlicher technischer und graphischer Art. Die Mängel dieser Methoden bedürfen keiner weiteren Darlegung.

Eine auch von uns teilweise angewandte Methode finden wir bei *Froriep* (1897). *Froriep* trennte den Kopf vom Rumpf und halbierte ihn. Nach Entfernung der beiden Großhirnhälften legte er dieselben auf Glasplatten, bespülte den Duralraum und die Gehirnhälften mit Chloroform und ließ anschließend die Hemisphären wieder in den vorher von ihnen eingenommenen Duralraum hineingleiten. Nach 18 bis 24stündigem Hartgefrieren löste er eine Großhirnhälfte aus dem Schädel und stellte den Gipsabguß her. Nachher härtete er das Großhirnstück in Chlorzinklösung, entfernte die Pia, um den Abdruck des gefrorenen Gehirns danach „mit Griffel und Modellierholz überarbeiten“ zu können. Somit konnte *Froriep* die fünf Umriss (1. Kopfabguß, 2. mazerierter Schädel, 3. Schädelausguß, 4. Duraausguß, 5. Abguß des im Schädel gefrorenen Gehirnstückes) in einer Zeichnung kombinieren. In einem Falle wandte er am ganz erhaltenen Kopf eingetriebene Stifte an, wobei er aber die Verschiebungen bis zu 8 mm vorerst nicht der Expansion des Gehirns durch Gefrieren zuschrieb, sondern die Lage des Kopfes bei der Fixierung dafür verantwortlich machte. Diese Gefriermethode bewirkt bei geschlossenem Schädel durch den hervorgerufenen Innendruck Schädigungen zentral gelegener Gehirnteile und Herauspressen von Hirnsubstanz durch das Foramen occipitale magnum. Die graphische Darstellungsmethode sowie die Herausnahme des Gehirns vor dem Gefrierprozeß ergeben Ungenauigkeiten, die das Studium der cranio-cerebral-topographischen Verhältnisse verunmöglichen. Dennoch diente das Prinzip *Frorieps* – die Gefriermethode – in veränderter Anwendung als Basis unserer Untersuchungsmethodik.

Von *Symington* (1903) wurde der ganze Körper mit starkem Formol injiziert und der Kopf bei C5 vom Rumpfe getrennt. Darauf erfolgt eine weitere Injektion durch die Carotiden, und zwar mit Gummilösung. Der Kopf wird in einer Holzkiste mit Gummilösung in eine feste Position gebracht, gefroren und das Ganze einmal in Sagittal-, ein anderes Mal in Horizontalschnitte zersägt. Durch die Formolinjektion ist die Expansion der nachträglich gefrorenen Gehirnssubstanz nicht mehr dieselbe, wie sie sich bei *Frorieps* Untersuchungen zeigte. *Müller* schreibt dazu: „Die Veränderungen, welche sich beim Gefrierenlassen einstellen können, sind durch *Froriep* (1901) geschildert und durch *Schwalbe* (1902) bestätigt worden. *Symington* (1903) hat diese Wirkung der Gefriermethode bestritten, indem er ein Stück eines durchgefrorenen Kopfes abbildet, an dem man keine Verschiebung der Teile sieht; aber erstens fehlt bei dieser Abbildung der ganze obere Teil des Kopfes mit den Hemisphären des Großhirns und zweitens war das Gehirn vorher mit Formalin behandelt worden, was die Wirkung des Gefrierens wesentlich verändert.“

Kürzlich hat sodann *Packer* (1949) an einem eingeborenen 64jährigen Vollblutaustralier die topographischen Beziehungen zwischen Hirnoberfläche und Schädellinnenwand untersucht und dabei festgestellt, daß Sulci und Gyri nicht unbedingt mit den Joga und Impressiones des Schädels übereinstimmen. Im Gebiete der Parietal- und Occipitalinnenfläche der Kalotte stellt er gewisse Bezirke, die sogenannten „pools“, fest, die keine direkten Beziehungen zwischen Gehirn und Schädel aufweisen. Der Autor erklärt diesen Befund durch größere Ansammlungen von Liquor cerebrosppinalis und Anwesenheit von Lacunae laterales, Cerebralvenen und Arachnoidalgranulationen. Wenn wir jedoch *Packers* Methodik in Betracht ziehen, erscheinen uns seine Befunde nicht überzeugend.

Packer injizierte den ganzen Körper mit 5%igem Formol, ließ die Leiche 9 Tage liegen, eröffnete dann den Schädel und nahm das Gehirn in toto heraus. Nachdem er die gesamte Dura entfernt hatte, bohrte er ein Loch von 20 mm Durchmesser in die Kalotte, brachte diese wieder an ihren ursprünglichen Ort und goß flüssige Gelatine in die Öffnung. Der Gelatineausguß wurde herausgenommen, in Parisergips umgegossen, und von diesem Negativ wurde in feinem Dental-Pariser-gips der Schädelausguß hergestellt.

Mit Hilfe von schräg einfallendem Licht wurden die Vertiefungen des Ausgusses sorgfältig mit Bleistift markiert; dies geschah, ohne den Schädel oder das Gehirn zu Rate zu ziehen. Sodann wurden Pausen von Photographien verschiedener Ansichten des Gehirns und des Schädelausgusses übereinander gebracht (mit Ausgleichung geringer Größenunterschiede), und die allgemeinen Umrisse wurden verglichen; alle Sulci, die Vertiefungen am Ausguß entsprechen, wurden vermerkt unter besonderer Beachtung des Sulcus centralis, der Fissura cerebri lateralis und des Sulcus lunatus. Deutliche Erhebungen am Ausguß wurden mit Linien umgeben und mit den entsprechenden Gegenden des Gehirns verglichen.

Es ist selbstverständlich, daß mit ungenauen Methoden keine genauen Resultate zu erwarten sind. Die oben erwähnten „pools“ sind das Ergebnis aller Vorbereitungsmaßnahmen und der von *Packer* ignorierten Schrumpfung des Gehirns. Dort wo das Gehirn durch den Komplex von Medulla, Nerven und Gefäßen etc. an seiner Unterlage befestigt ist, wird es sich bei einer Schrumpfung wenig von der Schädclwand entfernen.

Wir möchten die Besprechung der Literatur mit *Müller* (1908) beschließen: „Die wichtigste Forderung, welche man für die Zukunft stellen muß, ist die, daß Methoden gefunden werden, welche die Fehler der Leichen- und Konservierungsveränderungen vermeiden. Erst dann, wenn stets nur solche Gehirne für Schlußfolgerungen verwendet werden, welche ihre natürliche Form, ohne Quellung und Schrumpfung, bewahrt haben, und innerhalb des Schädels sich in ihrer natürlichen Lage befinden, oder doch wenigstens in einer solchen, deren Fehler wir kennen, werden vergleichbare Zahlenwerte über die Gehirnlagerung gewonnen werden; denn auch die genaueste Bestimmung einer fehlerhaften – und nicht als solche erkannten – Gehirnlage ist schließlich ohne Wert.“

*Eigene Untersuchungen.**Material und Methodik:*¹⁾

Müller (1908) schreibt zur Frage der Methodik: „Es existiert bis jetzt keine auch nur annähernd vollständige Darstellung der cranio-cerebralen Bestimmungsverfahren. Jeder Autor greift aus der Gesamtheit diejenigen Methoden heraus, welche ihn besonders interessieren und welche ihm die wichtigsten zu sein scheinen. Vergleicht man nun diese Gruppen untereinander, so findet man zwar, daß einige Verfahren öfters wiederkehren, sich also einer größeren Beliebtheit erfreuen, daß aber von einer übereinstimmenden Beurteilung aller Methoden durch Anatomen und Chirurgen keine Rede sein kann . . . Man sollte nun meinen, es könne gar nicht schwer sein, die gegenseitige Lage zweier so eng aneinanderliegender Organe, wie Gehirn und Schädel zu bestimmen, zumal ja eine ganze Reihe sicherer topographischer Beziehungen zwischen denselben bekannt sind. Wer sich aber die zahlreichen Versuche vergegenwärtigt, welche erfahrene Fachmänner, gestützt auf ein sehr bedeutendes Material, angestellt haben, um diese wichtige Frage zu lösen, wird anderer Meinung werden . . .“

Was Müller über die Methoden zur Lagebestimmung der Hauptwindungen und -furchen des Gehirns schreibt, kann man ebensogut auf die topographischen Beziehungen zwischen den *Juga cerebraalia* bzw. den *Impressiones digitatae* und der orbitalen Fläche des Stirnlappens anwenden. Die oben erwähnten Bestimmungen mußten sich auf Leichenbefunde stützen, da das spärliche Material und die vielfach begrenzten Operationsgebiete der Chirurgen zur topographischen Lagebestimmung der gesamten Gehirnoberfläche unzulänglich sind.

Es hat sich bisher als unmöglich erwiesen, die topographischen Beziehungen zwischen dem gesamten Gehirn und dem Schädel mittels einer Methode abzuklären, die weitgehend fehlerfrei ist. Zur Beantwortung der uns vorschwebenden Frage genossen wir den Vorteil, uns auf die Untersuchung der relativ kleinen Basis der vorderen Schädelgrube zu beschränken, die besonders ausgeprägte *Impressiones gyrorum* und *Juga cerebraalia* aufweist.

¹⁾ Herrn Prof. Dr. S. Schönberg, Vorsteher der gerichtl.-mediz. Anstalt der Universität Basel, danke ich bestens für die Überlassung des Materials, den Herren K. Straßer und A. Moosmann für die Mithilfe bei den Untersuchungen und die Herstellung der Apparatur sowie Herrn A. Wolf für die Anfertigung der Photographien.

Unser Hauptbestreben war, die oben genannten hauptsächlichsten Fehlerquellen zu vermeiden. Zu diesem Zweck achteten wir auf folgende Punkte:

1. Es dürfen nur ganz frische Leichen untersucht werden, damit der Flüssigkeitsaustritt aus Subarachnoidalraum, Gefäßen und Geweben auf ein Minimum reduziert ist. Die Arbeit am Kopf darf nur an der im übrigen intakten Leiche vorgenommen werden.
2. Während der Fixierung muß sich der Kopf in Normalstellung befinden, um Flüssigkeitsverschiebungen zu vermeiden.
3. Bei der Fixierung des Gehirns und seiner Hüllen in situ darf der Schädel nicht eröffnet werden.
4. Der Druck im Schädel darf nicht durch Injektion eines Fixiermittels oder eines Abdruckmaterials verändert werden.
5. Der Kopf darf nicht total durchgefroren werden.

Es wurden sechs Leichen verschiedenen Alters und Geschlechts, nur wenige Stunden post mortem, in kühlem Raum und bei kalter Witterung untersucht:

- | | | | |
|----|----|--------|---------|
| 1. | 19 | Jahre, | weibl., |
| 2. | 28 | „ | männl., |
| 3. | 21 | „ | männl., |
| 4. | 38 | „ | weibl., |
| 5. | 53 | „ | weibl., |
| 6. | 67 | „ | männl. |

Bei allen Fällen, außer Leiche No. 2 (plötzlicher Herztod), handelte es sich um Leuchtgasvergiftungen (Suicid oder Unfall), also um Todesursachen, bei denen Hirndrucksteigerung nicht in Frage kommt.

Herstellung der Abdrücke.

1. *Phase.* Nachdem der Kopf der aufrechtstehenden Leiche in die Normalstellung gebracht ist, wird die Kopfhaut vom üblichen Sektionschnitt aus bis zum oberen Orbitalrande gezogen. Mit Skalpell und Raspatorium werden die am Knochen haftenden Muskelansätze samt Periost abgelöst, so daß der Zugang zur Orbita frei wird, und mit einem kleinen scharfen Löffel wird der Orbitalinhalt nach unten gedrängt, bis die Facies orbitalis des Stirnbeins in weiter Ausdehnung frei liegt.

2. *Phase.* Mit einem großen Löffel werden die Bulbi durch eine Hilfsperson nach unten gedrückt, so daß auf jeder Seite ein Spalt von ca. einem Zentimeter zwischen dem Löffel und dem Orbitaldache entsteht. Sodann richtet der Untersuchende einen Kohlensäurestrahl in die Spalten, bis die Löffel festgefroren sind. Dazu wird entweder eine

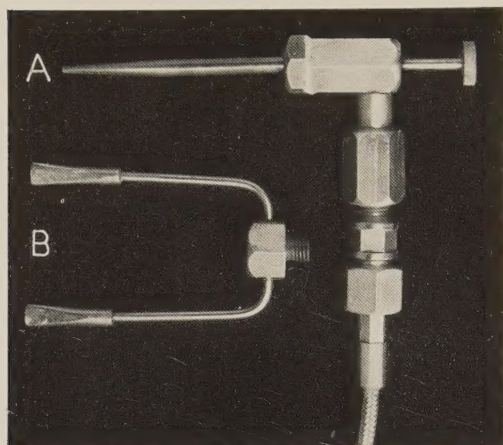


Abb. 1. Die zum Gefrieren verwendeten Düsen (A=Einzel- und B=Doppeldüse) zum Anschließen an die CO_2 -Druckflasche mittels eines Gefriermikrotomschlauches.

Einzel- oder eine Doppeldüse mit Einstellschraube verwendet (Abb. 1), die nach unseren Angaben hergestellt wurden. Sie sind am Zuleitungsschlauch eines Gefriermikrotoms montierbar. Nach einigen Versuchen stellten wir fest, daß die Einzeldüse sich besser bewährte, da sich bei der Doppeldüse häufig die eine oder die andere Öffnung durch CO_2 -Schnee verstopfte.

Sobald die Löffel angefroren sind, werden sie mit leichtem, hartem Schlag von unten her losgelöst; der spaltförmige Zugang zum Dache der Augenhöhle bleibt offen. Während einer halben Stunde wird dann weiterhin der Kohlensäurestrahl abwechselungsweise in die beiden Orbitalspalten gerichtet, und von Zeit zu Zeit wird auch die ganze Stirn- und Temporalgegend bestrichen. Dadurch gelingt es bei jeder Knochendicke, die Hirnhäute mit dem Liquor cerebrospinalis und eine 1 bis 2 cm dicke Oberflächenschicht des Gehirns in der Lage hart zu frieren, in der sie sich zu Beginn des Gefrierprozesses befanden, d. h. in wenigstens annähernd normalen topographischen Beziehungen. Denn mit unserer auf die Oberfläche beschränkten Gefriermethode wird die Quellung des Gehirns auf ein Minimum reduziert, da sie sich auf einen kleinen Teil desselben beschränkt.

3. Phase. Nach dem Aufsägen der Kalotte, wie bei einer gewöhnlichen Sektion, wird das Gehirn dem Sägeschnitt entlang horizontal durchgeschnitten, wobei darauf zu achten ist, daß der Schnitt mit

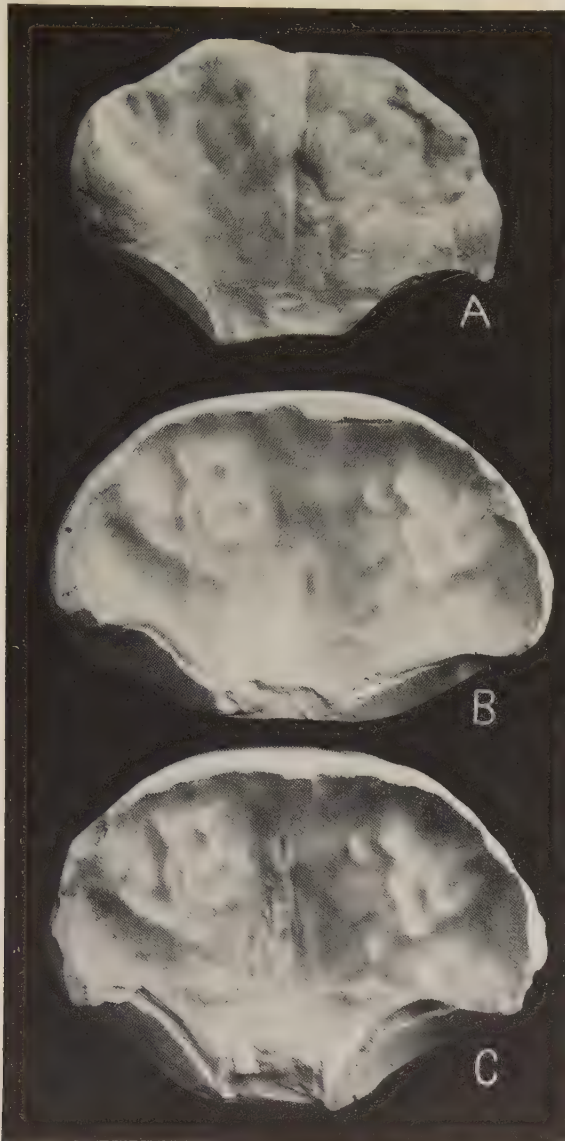


Abb. 2. Leiche 1. A. Abguß der Basis der beiden Frontallappen. B. Abguß der vorderen Schädelgrube mit Dura mater. C. Abguß der vorderen Schädelgrube ohne Dura mater.

einem langen Messer in einem Zuge ausgeführt wird. Darauf wird die abgetrennte obere Hirnpartie samt ihren Hüllen und der Schädel-



Abb. 3. Leiche 2. A. Abguß der Basis der beiden Frontallappen. B. Abguß der vorderen Schädelgrube mit Dura mater. C. Abguß der vorderen Schädelgrube ohne Dura mater.

kalotte abgehoben, und auf der Schädelbasis liegt nun ein Horizontalschnitt des Gehirns. Auf der Höhe der Sella turcica wird ein Frontalschnitt angelegt, und das Gehirn wird mit Ausnahme der angefrorenen Basalhälften der Frontallappen entfernt.

4. Phase. Da Knochen, Hirnhäute und Liquor einen einzigen Block bilden, wird das Präparat von den Außenflächen des Stirnbeins her mit lauwarmem Wasser gerade so weit aufgetaut, daß der Liquor wieder flüssig wird. Dann läßt sich das immer noch gefrorene Hirnstück als Ganzes aus der Schädelgrube herausheben, indem zwei Spatel vom vorderen Rande des Knochens her zwischen Dura und Gehirn geschoben werden. Dabei läßt sich nicht vermeiden, daß die Bulbi olfactorii abreißen und daß die Spatel am Schnitttrande des Gehirns leichte Spuren hinterlassen. Das beeinträchtigt indessen die Brauchbarkeit des Blockes in keiner Weise. Aus Gründen der Übersichtlichkeit entfernen wir die Riechkolben vor der weiteren Bearbeitung. In zwei Fällen war zu wenig aufgetaut worden, sodaß einzelne Windungsteile am Knochen haften blieben und abrissen (Abb. 3); diese Teile konnten daher für die weitere Verarbeitung nicht verwendet werden.

5. Phase. Die immer noch gefrorene Basis der Frontallappen wird mit der glatten Schnittfläche auf eine Glasplatte gelegt und mit schnellhärtendem, rosa gefärbtem zahnärztlichem Abdruckgips über-gossen. Plastische Abdruckmassen sind nicht angezeigt, da die Dauer des Härtungsprozesses, die Zähigkeit im abdruckbereiten Zustande sowie die gummiartige Beschaffenheit nach dem Abdruck ein genaues Arbeiten ausschließen. Das Ausgießen auch der tieferen Furchen läßt sich durch sorgfältiges Auftragen des Gipses ausgezeichnet durchführen, ohne daß das Gehirn unterdessen auftaut. Nach zwei bis fünf Minuten kann der Gips bereits abgehoben werden.

Das Ausgießen der vorderen Schädelgrube wird, nach sorgfältiger Entfernung der Liquorreste und der Bulbi olfactorii, mit demselben schnellhärtenden Abdruckgips ausgeführt. Da sich der Kopf immer noch in Normallage befindet, fällt es leicht, die Grube auszufüllen und wiederum mittels Spateln den Ausguß herauszuheben. Bei allen Leichen wurden Abdrücke des noch mit Dura überzogenen sowie des von ihr befreiten Knochens hergestellt, da letztere das Relief besser hervortreten lassen. Zur Prüfung der Kongruenz zwischen Schädel- und Gehirnrelief (siehe unten, Phase 7) wurde jedoch stets nur der Duraabdruck verwendet.

Bald nach der Herausnahme trennen sich die beiden Frontallappen voneinander, da der Liquor auftaut und die Falx cerebri mit der Schädelbasis verbunden bleibt. Wir stellten daher unsere endgültigen Untersuchungsobjekte für jede Kopfhälfte getrennt her.

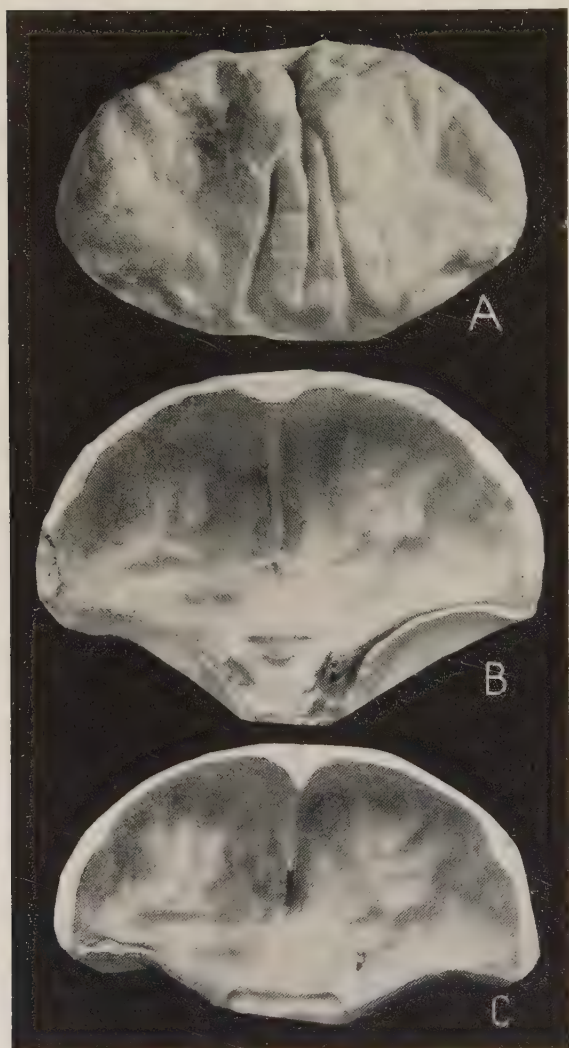


Abb. 4. Leiche 5. A. Abguß der Basis der beiden Frontallappen. B. Abguß der vorderen Schädelgrube mit Dura mater. C. Abguß der vorderen Schädelgrube ohne Dura mater.

6. Phase. Von den Negativ-Abdrücken der Schädelbasis – mit und ohne Duraüberzug – sowie von der basalen Fläche des Frontalhirns wurden sodann in der gleichen Gips-Abdruckmethode Positivabgüsse der drei Objekte angefertigt (Abb. 2–5). Folgende Überlegungen waren bei der Herstellung derselben maßgebend.

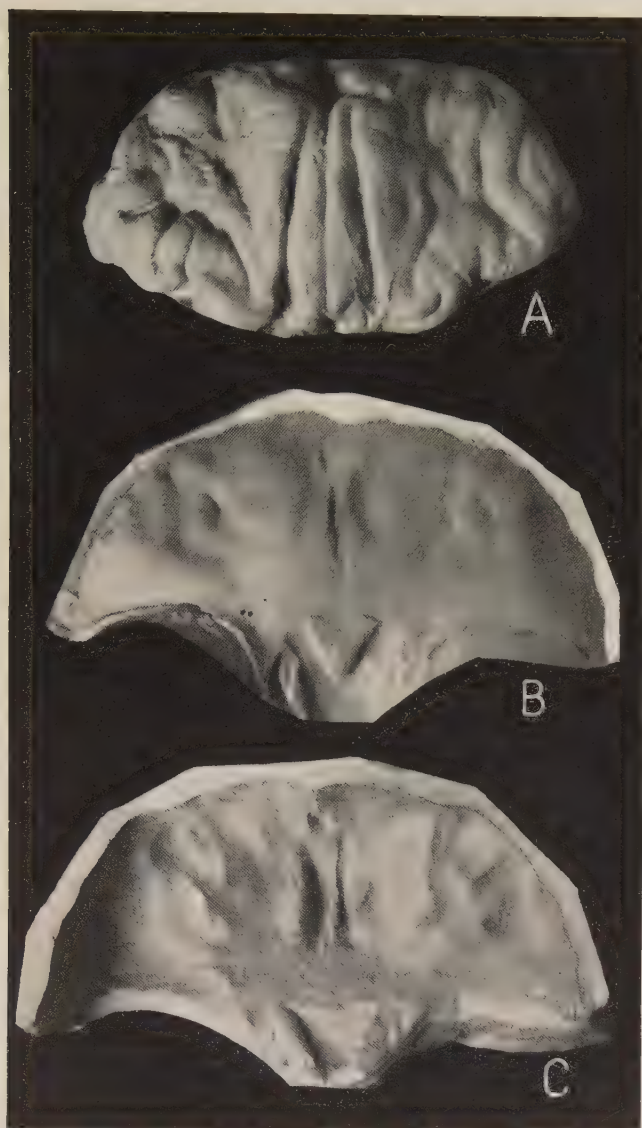


Abb. 5. Leiche 6. A. Abguß der Basis der beiden Frontallappen. B. Abguß der vorderen Schädelgrube mit Dura mater. C. Abguß der vorderen Schädelgrube ohne Dura mater.

Selbst die besten Formen können nur unvollkommen abgegossen werden, wenn zwischen das Negativ und das Positiv irgendeine Zwischenschicht gebracht wird, z. B. Vaseline, die das nachherige

Trennen der Stücke erleichtern würde. Wir haben daher ohne Zwischenschicht mit weißem Pariser Gips abgegossen. Vorher aber wurde das Negativ für ca. eine halbe Stunde in Wasser gelegt und dann durch eine stark verdünnte Wasserglaslösung gezogen, um die Poren zu schließen. Die Trennung der beiden Stücke, die sich durch ihre Farbe und ihre Härte unterscheiden, muß allerdings mit Hilfe leichter Hammerschläge, oft Millimeter für Millimeter, bewerkstelligt werden. Das bedingt einen beträchtlichen Zeitaufwand, ergibt aber auch ausgezeichnete Resultate. Mit Rücksicht auf die weitere Bearbeitung wurden die Positive mit stark verdünntem Zaponlack angestrichen, der sofort eindringt und die Poren ohne Bildung eines oberflächlichen Films verschließt.

7. Phase. Von den so gewonnenen Abgüssen der mit Dura überzogenen Schädelbasis und des Frontallappens werden hierauf – mittels der gleichen Methodik, also auf dem Wege über Abdrücke in rosafarbenem Gips – erneut Abgüsse etwa in der Ausdehnung angefertigt, wie sie die scharzen Umrandungen auf den Abb. 7 A bis 10 A zeigen. Diese beiden zuletzt gewonnenen Stücke werden nun aufeinander gelegt, und ihre gegenseitige Lage mit Bleistiftstrichen festgehalten. Nach dieser vorsorglichen Maßnahme werden beide Teile in kochendem Wasser eine Viertelstunde erhitzt. Sodann legen wir ein Stück der dunkelgrünen, in warmem Zustande plastischen Abdruckmasse „Kerr impression compound No. 2“ zwischen die beiden erwärmten Stücke. Unter leichtem Druck werden die Blöcke in die vorher vermerkte Lage zurückgebracht. Dabei breitet sich die Masse aus und erfüllt sämtliche Inkongruenzen, ohne auch nur im geringsten in die Blöcke einzudringen.

Auf diese Weise dürften die gegenseitigen Lagebeziehungen zwischen dem Orbitaldache und der Basis des Frontallappens mit einem hohen Grade von Annäherung an die Wirklichkeit wiedergegeben sein. Es ist freilich klar, daß die Dicke der Zwischenschicht nicht sicher dem genauen Abstände zwischen dem Gehirn und der Dura entspricht, aber dieser Abstand ist wohl auch unter physiologischen Bedingungen nicht immer derselbe. Wir erinnern an die Pulsweite und an die Schwankungen des Liquordruckes.



Abb. 6.

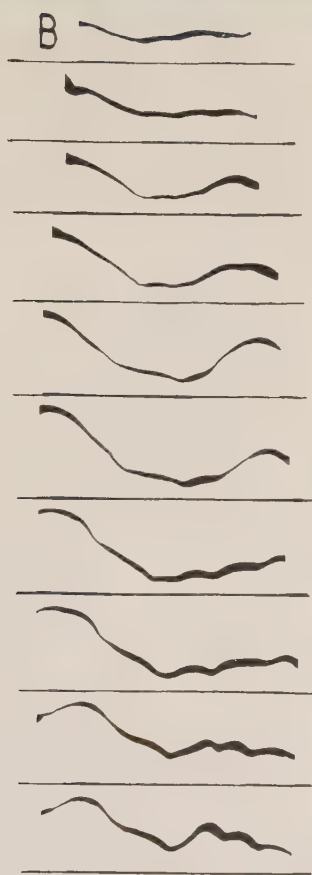
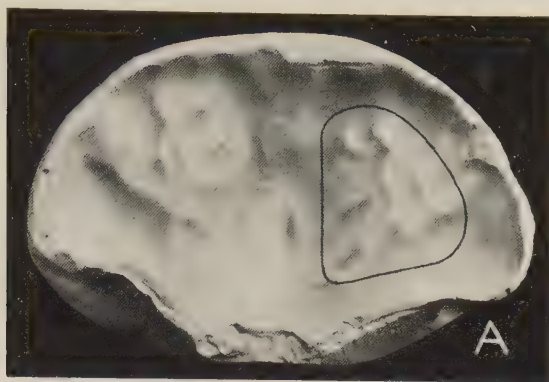


Abb. 7. Leiche 1, linke Seite. A. Bild der Schädelbasis. Der Bezirk, in dessen Bereich das auf S. 96 beschriebene Verfahren mit der Zwischenmasse durchgeführt wurde, ist mit Tusche umrandet. B. Schnittserien.

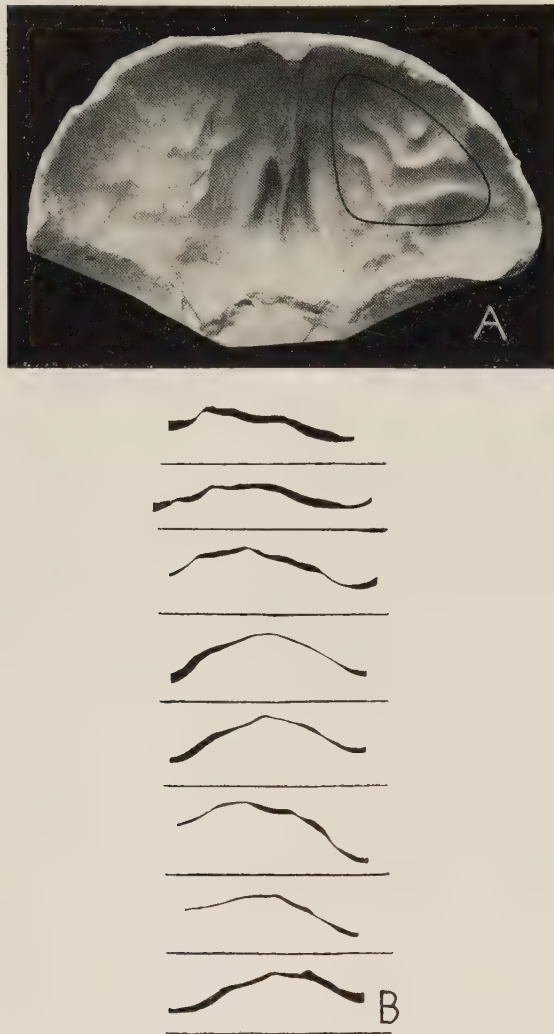


Abb. 8. Leiche 2, rechte Seite. A. und B. siehe Abb. 7.

Nach dem Erkalten der Zwischenschicht ist das Ganze ein solider Block geworden, und durch diesen werden nun mit der Laubsäge in Abständen von ca. 5 mm Frontalschnitte gelegt (siehe Abb. 6). Jede der so entstandenen Platten wird auf beiden Schnittflächen mit Glaspapier poliert. Der Materialverlust beim Sägen und Polieren hat zur Folge, daß wir über eine Reihe von Schnitten verfügen, die alle 0,25 cm

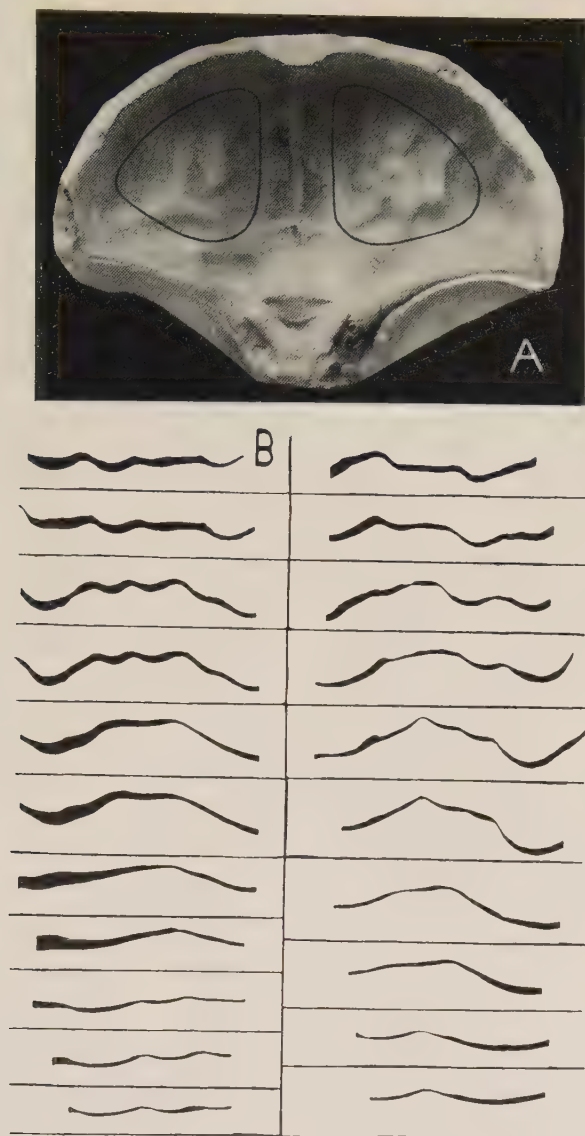


Abb. 9. Leiche 5, linke und rechte Seite. A. und B. siehe Abb. 7.

voneinander abstehen. Zu ihrer Wiedergabe auf den Abb. 7 bis 10 (Leichen 1, 2, 5 und 6) mußte natürlich jeder zweite Schnitt nicht Schicht auf Schicht, sondern „verkehrt“ kopiert werden. Die Abbildungen der Schnittserien wurden im Verhältnis von 3 : 4 verkleinert.

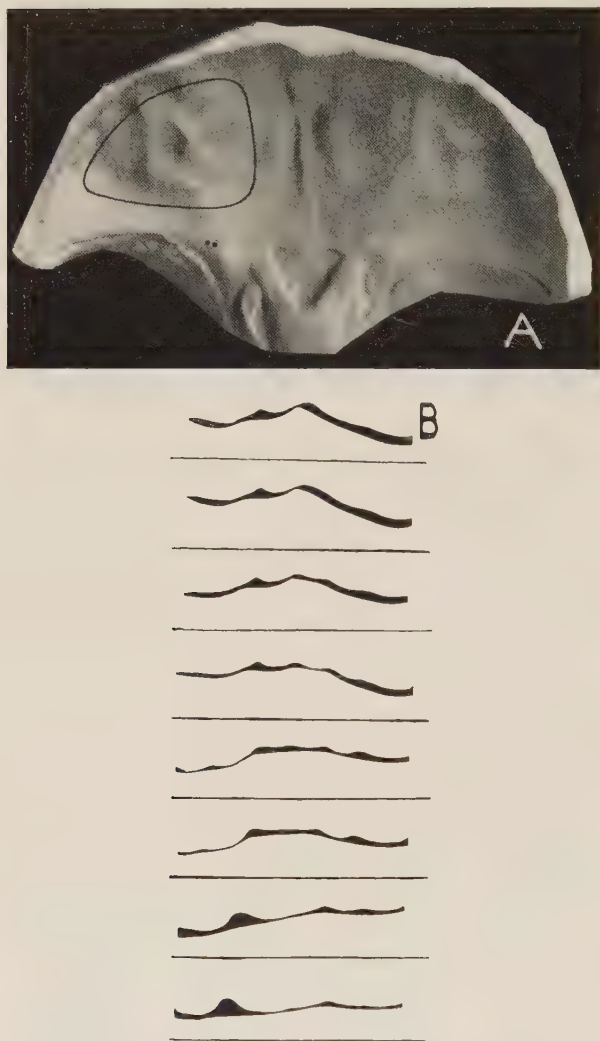


Abb. 10. Leiche 6, linke Seite. A. und B. siehe Abb. 7.

Ergebnisse.

Unsere Untersuchungen (siehe Abb. 7 bis 10) ergeben für sämtliche Fälle im Bereich des Orbitaldaches das eindeutige *Bild einer Übereinstimmung zwischen der Knochenkonfiguration auf der Innenseite der Schädelbasis und den Hirnwindungen bzw. -furchen*. Oft kommen beim Schädelrelief die Juga und Impressiones der *Nebenfurchen* und

-windungen deutlicher zum Ausdruck. Die Schnittserie in Abb. 10 zeigt, daß unter einer Furche nicht unbedingt ihrer ganzen Länge nach ein Jugum zu liegen braucht. Ist jedoch ein solches vorhanden, so kann stets eine entsprechende Gehirnfurche festgestellt werden. Ein besonders deutliches Bild geben die Befunde an der Leiche No. 5 Abb. 9, die kurze Zeit nach dem Tod durch Leuchtgasvergiftung in die Anstalt verbracht wurde und in noch warmem Zustand gefroren werden konnte. Bei diesem Fall waren die postmortalen Flüssigkeitsverschiebungen offenbar auf ein Minimum reduziert und beschränkten sich hauptsächlich auf die Verlagerungen des Kopfes bis zum Zeitpunkt des Gefrierens. Es scheint, daß durch Linkslage des Kopfes nach Eintritt des Todes eine geringe Gehirnsenkung nach links erfolgt ist. Auch leicht verschobene Konturen von Gehirn und Schädelabguß in Abb. 7 und 8 sind auf die gleiche Ursache zurückzuführen.

Da unsere Versuche zeigen, daß am Boden der vorderen Schädelgrube die Jura cerebrialia und Impressiones gyrorum mit den Furchen und Windungen des entsprechenden Frontallappenteiles übereinstimmen, bestehen also auch die Bezeichnungen „Jura cerebrialia“ und „Impressiones gyrorum“ zu Recht. Auch beim Schädelrelief, das zunächst mit der zu erwartenden Anordnung der Orbitalfurchen und -windungen scheinbar im Widerspruch steht (Abb. 3 rechts), ist vollkommene Kongruenz festzustellen (Abb. 8).

Die von uns erstmals angewandten Gefrier-, Abdruck- und Auswertungsverfahren können in entsprechender Modifikation auch für die Untersuchung anderer Gebiete verwendet werden (Temporalregion, mittlere und hintere Schädelgrube).

Zusammenfassung.

1. Es wird eine neue Methodik zur Untersuchung der Korrelation zwischen Gehirn und Schädelrelief beschrieben.

2. Die Untersuchungen wurden an sechs durch Suicid, Unfall oder plötzlichen Herztod verstorbenen Individuen verschiedenen Alters durchgeführt.

3. Die Jura cerebrialia sind in der vorderen Schädelgrube nie spiegelbildlich symmetrisch angelegt, so wenig wie sich die Furchen und Windungen an der Basis des Stirnlappens symmetrisch verhalten.

4. Dura- und Gehirnabdruck zeigen deutliche Übereinstimmung zwischen Furchen und Windungen einerseits sowie Jura cerebrialia und Impressiones digitatae anderseits.

5. Unter einer Furche muß nicht unbedingt ihrer ganzen Länge nach ein Jugum liegen; ist jedoch ein solches vorhanden, so kann stets eine entsprechende Gehirnfurche festgestellt werden.

Summary.

1. A new method is described for examining the correlation of brain and surface of the skull.

2. The research deals with six individuals of different age who died of suicide, by accident or from sudden paralysis of the heart.

3. There is no mirror symmetry appearing neither in the juga cerebraia of the anterior cranial fossa nor in the fissures or gyri at the basis of the frontal lobe.

4. The moulds of the dura and of the brain show a reciprocal morphological relation of sulci and gyri on one side and of juga cerebraia and impressiones digitatae on the other side.

5. A jugum is not always running the whole length of a sulcus; but if a jugum is visible, a corresponding cerebral sulcus will always be found.

Résumé.

1. Description d'une nouvelle méthode qui permet de préciser les relations entre le relief du cerveau et celui du crâne.

2. Elle fut appliquée dans 6 cas décédés subitement (suicide, accident, mort cardiaque subite).

3. Les juga cerebraia (éminences mamillaires) dans l'étage antérieure de la base du crâne ne sont jamais exactement symétriques; il en est de même, d'ailleurs, pour les scissures et les circonvolutions de la base du lobe frontal.

4. L'empreinte de la dure-mère et du cerveau permet de reconnaître une correspondance exacte des scissures et des circonvolutions d'une part, des éminences mamillaires et des impressions digitales d'autre part.

5. On ne trouve pas nécessairement une éminence mamillaire correspondant à toute la longueur d'une scissure; mais si l'on rencontre une éminence, une scissure lui correspond toujours.

LITERATUR.

Augier, M.: Le squelette céphalique, in *Poirier-Charpy*: Traité d'anat. humaine, Edit. Masson, Paris 1928. — Broca, P.: zit. n. Ecker. — Cogaïn, J. L. M. R.: Recherches de topographie cranio-cérébrale, Thèse méd., Bordeaux 1905. — Corning, H. K.: Lehrbuch der topographischen Anatomie, 22. Aufl., München 1944. —

Dohmen, A.: Z. ges. Neur. u. Psych. 172, 667, 1941. – *Ecker, A.*: Arch. Anthropol. 10, 233, 1878. – *Erdheim, J.*: Virchows Arch. 301, 763, 1938. – *Froriep, A.*: Zur Kenntnis der Lagebeziehungen zwischen Großhirn und Schädeldach bei Menschen verschiedener Kopfform, Leipzig 1897. – *Gratiolet*: zit. nach *Ecker*. – *Haffner, L.*: Recherches pratiques sur la topographie cranio-cérébrale, Thèse méd., Paris 1895. – *Heffler, F.*: Arch. Anthropol. 10, 243, 1878. – *Jensen*: Arch. Anthropol. 10, 415, 1878. – *Killian, G.*: Die Nebenhöhlen der Nase in ihren Lagebeziehungen zu den Nachbarorganen auf fünfzehn farbigen Tafeln dargestellt, Jena 1903. – *Landau, E.*: Anatomie des Großhirns (Formanalytische Untersuchungen), Bern 1923. – *Loeschke, H. u. H. Weinnoldt*: Beitr. path. Anat. 70, 406, 1922. – *Mair, R.*: Z. mikr.-anat. Forsch. 5, 625, 1926. – *Müller, F. W.*: Ergebn. Anat. u. Entw. Gesch. 18, 215, 1908. – *Müller, F. W.*: Arch. Anat. u. Entw. Gesch. 1908, p. 57. – *Packer, A. D.*: J. Anat. 83, 3, 1949. – *Ritter, F.*: Dtsch. Z. Nervenheilk. 127, 287, 1932. – *Schwalbe, G.*: Lehrbuch der Neurologie, Erlangen 1881. – *Schwalbe, G.*: Dtsch. Arch. klin. Med. 73, 359, 1902. – *Sicher, L.*: Frankf. Z. Path. 25, 497, 1921. – *Sömmerring, S. Th.*: Vom Baue des menschlichen Körpers, 2. Aufl., Frankfurt am Main 1800. – *Symington, J.*: J. Anat. 37 (N. S. 17), 97, 1903. – *Symington, J.*: J. Anat. 50, 2, 1916. – *Töndury, G.*: Angewandte und topographische Anatomie, Zürich 1949. – *Turner*: J. Anat. 8, 143 u. 359, 1874. – *Vesalius, A.*: De humani corporis fabrica, Basel 1555, ed. II. – *Villiger, E. u. E. Ludwig*: Gehirn und Rückenmark, 14. Aufl., Basel 1946. – *Weinnoldt, H.*: Beitr. path. Anat. 70, 311 u. 345, 1922.

Eingegangen 1. August 1950.

